

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年 3月20日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第071615号

出 願 人

Applicant(s):

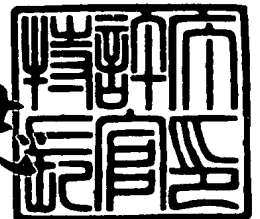
興和株式会社  
横井 則彦

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

1999年 3月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3011591

【書類名】 特許願

【整理番号】 P98-002

【提出日】 平成10年 3月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 3/12

【発明の名称】 眼科測定装置

【請求項の数】 7

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県浜松市新都田 1-3-1 興和株式会社 電機光学事業部 浜松工場内

    【氏名】 鈴木 孝佳

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府京都市北区鞍馬口通室町東入上御霊上江町 2 5 1-1

    【氏名】 横井 則彦

【特許出願人】

    【識別番号】 000163006

    【氏名又は名称】 興和株式会社

【特許出願人】

    【住所又は居所】 京都府京都市北区鞍馬口通室町東入上御霊上江町 2 5 1-1

    【氏名又は名称】 横井 則彦

【代理人】

    【識別番号】 100075292

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 加藤 卓

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 003089

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9723067

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 眼科測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定形状の開口を形成した光制御手段と、  
前記開口を下眼瞼に溜まる涙液表面に投影する投影手段と、  
涙液表面に投影された前記開口の像を撮像する撮像手段と、  
撮像された前記開口の像に基づいて涙液の物理量を演算する手段と、  
を有することを特徴とする眼科測定装置。

【請求項 2】 前記開口の像に基づいて涙液表面の曲率半径を演算することを  
特徴とする請求項 1 に記載の眼科測定装置。

【請求項 3】 前記演算された涙液表面の曲率半径に基づいてドライアイの病  
態を評価することを特徴とする請求項 2 に記載の眼科測定装置。

【請求項 4】 前記光制御手段がスリット状の開口を複数等間隔に配置した格  
子縞であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の眼科測定装  
置。

【請求項 5】 前記投影手段と撮像手段にそれぞれ偏光板を設けることを特徴  
とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の眼科測定装置。

【請求項 6】 涙液表面に開口が投影される位置に応じて前記開口の向きを変  
化させることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の眼科測定装置  
。

【請求項 7】 投影手段と撮像手段の光学系を同軸上に配置することを特徴と  
する請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の眼科測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、眼科測定装置、更に詳細には、下眼瞼に溜まる涙液の物理量を非接  
触で測定する眼科測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、VDT (visual display terminal) 作業者の増加や冷暖房による部屋の乾燥などによりドライアイ患者が増加している。ドライアイになると角膜上皮や結膜上皮障害、その他にも種々の眼科疾患を併発するおそれがあり、ドライアイの診断は眼科診断の上で重要なテーマとなっている。

【0003】

従来は、生体染色検査、涙液量検査などによりドライアイの診断を行なっていたが、薬物点眼や異物接触を伴うため被検者の苦痛は避けられなかった。そこで、非接触的にドライアイを検出するために、被検眼にコヒーレント光を照射して涙液層での干渉縞を観察する方法が試みられている。これら装置では、被検眼の涙液層の油膜で形成される干渉模様（虹色に変化するカラーの干渉模様）のカラー画像が受光光学系の光電変換素子により光電変換され、その干渉模様のカラー画像が表示手段に表示されるので、診断者はこの干渉模様を観察することにより涙液層の状態を知り、ドライアイの簡易的診断を行っている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

このような従来の装置により涙液層の油膜により形成される干渉縞を見ることはできるが、干渉縞の明暗のコントラストが低く、干渉縞に基づく良好な眼科診断が困難になるとともに、画面の色模様を診断者が直接見て、ドライアイのグレードを評価しており、定性的な測定しかできない、という問題がある。

【0005】

本発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、下眼瞼縁に溜まる涙液の物理量を定量的に測定しドライアイの病態を診断することが可能な眼科測定装置を提供することをその課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、この課題を解決するために、所定形状の開口を形成した光制御手段と、前記開口を下眼瞼に溜まる涙液表面に投影する投影手段と、涙液表面に投影

された前記開口の像を撮像する撮像手段と、撮像された前記開口の像に基づいて涙液の物理量を演算する手段とを有する構成を採用した。

【0007】

涙液表面（涙液メニスカス）は凹面鏡の役割をしているので、撮像される開口の像倍率は涙液表面の曲率半径によって変化する。そこで、本発明では、開口像の像倍率を求め、涙液表面の曲率半径を求める。この曲率半径は、ドライアイの病態に影響する涙液量に関係するので、涙液表面の曲率半径を求めることにより、ドライアイの重症度あるいはその改善を定量的に評価することが可能になる。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、図面に示す実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明する。

【0009】

図1には、涙液量を測定する涙液メニスコメータの原理が図示されている。涙液は最表層より油層、水層、ムチン層からなっており、油層はマイボーム腺から分泌され、瞼を閉じるとき瞼で圧縮される。このとき涙液3は、図1（A）、（B）に図示したように、眼1の下眼瞼縁2に貯留する。そして、ドライアイ（かわき目）の検査は、この下眼瞼縁に溜まる涙液量と関連付けて行なわれ、涙液量が少ないほど、ドライアイは重症となる。

【0010】

涙液量 $V$ と涙液3の表面の曲率半径 $r$ の関係は、角膜4及び瞼2が曲面であるため、 $V$ が増加すると $r$ も大きくなる。この関係が図1（C）、（D）に図示されており、涙液量 $V$ が、 $V_1$ から $V_2$ に増加すると、涙液表面の曲率半径も $r_1$ から $r_2$ に増大する。このとき $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は表面張力で決まる定数であり、ドライアイの重症度によって変化するが、 $r$ の変化に比較すると無視できるほどに小さい。

【0011】

そこで本発明では、涙液表面（涙液メニスカス）の曲率半径 $r$ を測定することにより涙液量 $V$ を検出するようにする。そのため、本発明では、涙液表面に格子像を投影し、その格子像を解析することにより涙液の物理量、すなわち涙液表面

の曲率半径  $r$  を測定する。その原理構成が図 2 に図示されている。

【0012】

図 2 (A) において、光制御手段としての格子 12 は、ランプ 10 からの光により対物レンズ 11 を介して照明され、涙液メニスカスのモデルとなる凹面鏡 13 に投影される。この凹面鏡により格子像 14 が形成され、格子像 14 が撮影レンズ 15 により撮像手段としてのカメラ 16 で撮像される。

【0013】

今、(B) に示した半径  $r$  の凹面鏡（涙液メニスカス）からワーキングディスタンス  $W$  の距離にある高さ  $d$  の格子は凹面鏡により  $W1$  の距離に  $d1$  の像に変換される。よく知られた、

$2/r = (1/W) + (1/W1)$  の関係から

$W1 = (rW) / (2W - r)$  が得られ、

また  $d1/d = W1/W$  の関係から

$d1 = (d/W) \times W1$  が得られる。

【0014】

両式から  $d1 = (d/W) \times \{rW / (2W - r)\}$

$d1 = \{dr / (2W - r)\}$  となる。

【0015】

ここで、 $W \gg r$ （例えば  $W = 24$ 、 $r = 0.3$ ）ならば

$2W - r \doteq 2W$  となり、

$d1 \doteq (dr / 2W)$  の近似式が得られ、

$r = (d1/d) \times 2W$  となる。

【0016】

格子像  $d1$  がモニタに  $\beta$  倍に拡大されて (C) に示したように  $D$  の大きさになったとすると、 $D = \beta \times d1$  であるので、

$r = (D/\beta) (2W/d)$  となり、

モニタが例えば 14 型のテレビの場合には  $\beta = 190.9$  となるので、

$r = (D/190.9) (2W/d)$  となる。

## 【0017】

dは格子サイズ（格子ピッチ）で定数であり、またWはワーキングディスタンスで設計で決まる値であり、アライメントで多少変化するが、無視できるほどに小さい値であることから、モニタで表示される格子像の大きさDを測定することにより涙液量Vに関係した涙液メニスカスの半径rを知ることができる。

## 【0018】

上述した原理に基づいて具体化した装置が図3に図示されている。同図において、ハロゲンランプ21から出た光は、熱線のカットするフィルタ22、偏光板23、照明レンズ24を介して、ハーフミラーあるいは穴開きミラー等のミラー25で反射され、対物レンズ26を介して光制御手段としての複数の開口を有する格子27を照明し、照明された格子27は下眼瞼36に溜まる涙液メニスカス28に投影される。

## 【0019】

この格子27は、図4に示したように、 $D1 \times D2$ の大きさの基板に $D3 \times D5$ の同じ大きさのスリット状開口を複数個（5個）それぞれ $D4$ の距離を隔てて等間隔に配置し、上下に $D6$ の余白を、また左右に $D7$ の余白を設けた格子縞である。各寸法は、例えば、 $D1=48.0\text{ mm}$ 、 $D2=15.0\text{ mm}$ 、 $D3=9.0\text{ mm}$ 、 $D4=4.0\text{ mm}$ 、 $D5=4.0\text{ mm}$ 、 $D6=6.0\text{ mm}$ 、 $D7=3.0\text{ mm}$ に設定される。この例では、図2（B）に示したd（格子ピッチ）は $d=D4+D5=8\text{ mm}$ となる。

## 【0020】

投影された格子27からの光は涙液メニスカス28で反射され、涙液メニスカスの近傍に格子像を形成する。この涙液メニスカスにより形成された格子像は、対物レンズ26、ミラー25を通過して撮影レンズ29により偏光板30を介してCCDカメラ31で撮像され、その像が演算回路32で画像処理される。例えば、この演算回路で画像信号を2値化して各開口の画素の座標位置を求めることにより $d=D4+D5$ に対応したCCDカメラ上での格子像ピッチを求めることができる。また、演算回路32は、これにレンズ倍率を考慮して涙液メニスカスにより形成される格子像ピッチ $d1$ を演算し、上記 $r=(d1/d) \times 2W$ の式に従



って涙液メニスカス 28 の曲率半径  $r$  を演算する。

#### 【0021】

上述したように、格子像が結像される際、涙液メニスカス 8 が凹面鏡の役割をしているので、格子像の結像倍率は涙液メニスカスの曲率半径  $r$  によって変化する。涙液表面の曲率半径を求めることにより、ドライアイの重症度を定量的に評価することが可能になる。各演算結果ないし評価は、モニタ 33 に表示することができる。

#### 【0022】

なお、照明ないし投影系に配置される偏光板 23 と、撮像系に配置される偏光板 30 は偏光方向が同じ向きになっており、同じ方向の光を透過するように設置される。涙液メニスカスが液体で、反射の際、偏光状態がくずれにくいので、これらの偏光板を用いることにより撮像時の  $S/N$  を向上させることができる。

#### 【0023】

図 5 には、格子の他の例が図示されており、この例では、格子ピッチが細かくされ、例えば、 $D1=48.0\text{ mm}$ 、 $D2=15.0\text{ mm}$ 、 $D3=9.0\text{ mm}$ 、 $D4=2.0\text{ mm}$ 、 $D5=2.0\text{ mm}$ 、 $D6=7.0\text{ mm}$ 、 $D7=3.0\text{ mm}$  に設定され、格子ピッチは  $4\text{ mm}$  となる。

#### 【0024】

ワーキングディスタンス  $W$  を  $24\text{ mm}$ 、格子ピッチを図 4 に示した  $8\text{ mm}$  とし、モニタ 33 を 14 インチ型として、 $r$  がどの程度正確で有るかを、半径  $0.30\text{ mm}$  のガラス管及び半径  $0.15\text{ mm}$  のピアノ線を図 3 の装置を用いて（演算装置 32 は使用しない）実測した結果を以下に示す。14 インチ型のモニタの場合、 $\beta=190.9$  となるので、上述した式から半径  $r$  は

$$\begin{aligned} r &= (D / 190.9) \times \{ (2 \times 24) / 8 \} \\ &= 0.0314 \times D \end{aligned}$$

となる。

#### 【0025】

半径  $0.30\text{ mm}$  のガラス管の場合、モニタで観察される格子ピッチ  $D$  を、例えば定規により 10 回測定した平均値が  $9.55\text{ mm}$  であったので、 $r=0.0$

$3.14 \times 9.55 = 0.30 \text{ mm}$ となり、その値は正確であった。また、半径0.15 mmのピアノ線の場合、Dの10回の計測平均値は4.58 mmであり、 $r = 0.0314 \times 4.58 = 0.14 \text{ mm}$ となった。、誤差は僅か0.01 mmであり、かなりの精度でメニスカスの半径を計測できることが確認できた。

#### 【0026】

なお、涙液メニスカス28は、横長の形状になっており、また目尻の方へ行く角度が変わるので、格子27を回転可能とすることで、図6に図示したように、涙液表面に投影される中央部の格子像40と周辺部の格子像41とでその向きを変化させるようにする。例えば格子開口を直交する直線が一点に集まるように変化させることにより涙液照明光を効率よく涙液メニスカスに導くことができる。

#### 【0027】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明では、涙液表面に投影された開口像に基づいて涙液の曲率半径などの物理量を演算しているので、ドライアイの重症度あるいはその変化を定量的に評価することが可能になる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

(A)、(B)は下眼瞼に涙液が溜まる状態を示した説明図、(C)、(D)は涙液メニスカスの曲率半径と涙液量の関係を示す説明図である。

##### 【図2】

(A)は涙液メニスカスの曲率半径を測定する原理を示した光学図、(B)は涙液メニスカスによる格子像の形成を示した説明図、(C)はモニタに表示される格子像の説明図である。

##### 【図3】

本発明の装置の構成を示した構成図である。

##### 【図4】

格子の寸法例を示した説明図である。

【図 5】

格子の他の寸法例を示した説明図である。

【図 6】

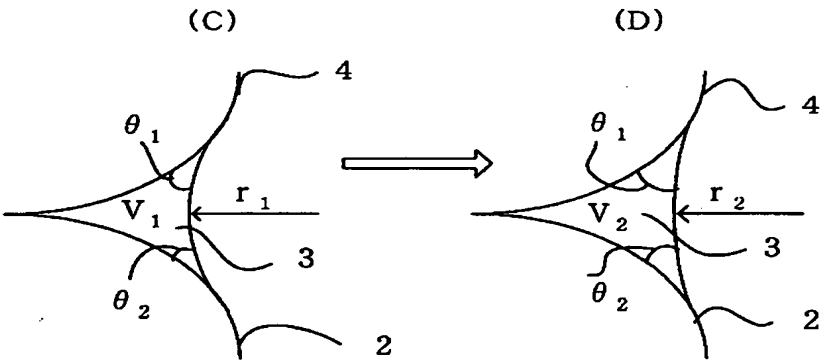
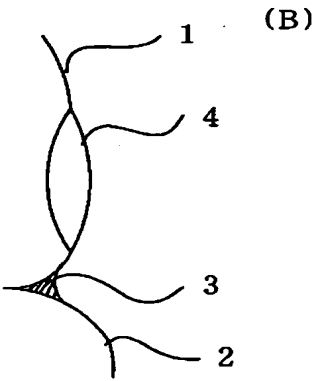
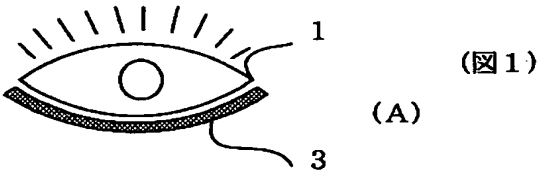
涙液メニスカスの中央部と周辺部に投影される格子像を示した説明図である。

【符号の説明】

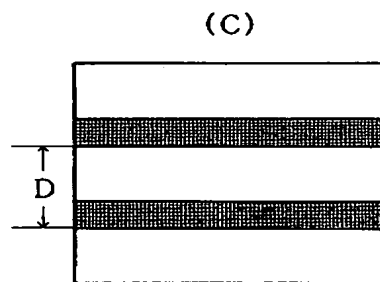
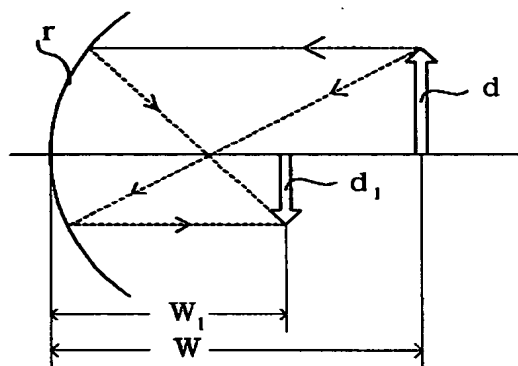
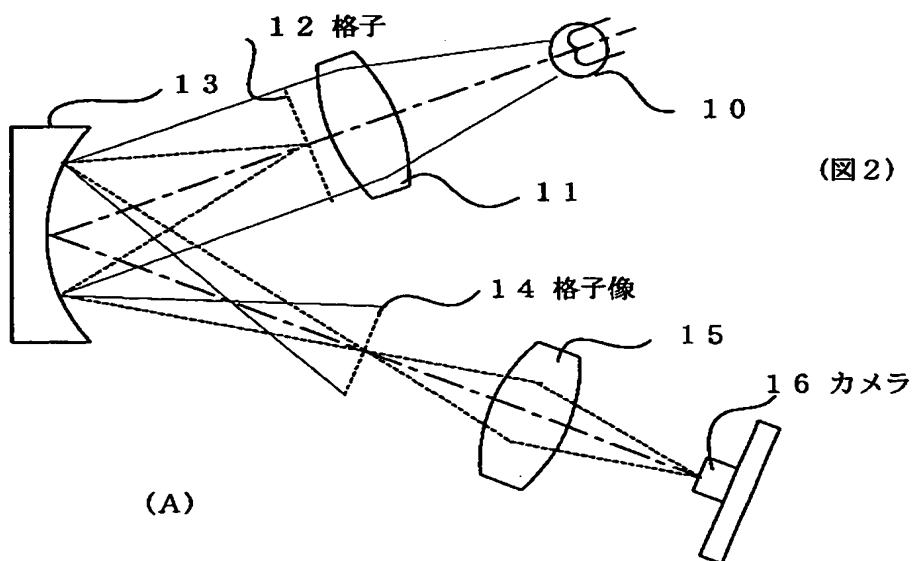
- 21 ランプ
- 22 フィルタ
- 23 偏光板
- 24 照明レンズ
- 25 ミラー
- 26 対物レンズ
- 27 格子
- 28 涙液メニスカス
- 29 撮影レンズ
- 30 偏光板
- 31 カメラ
- 32 演算回路
- 33 モニタ

【書類名】 図面

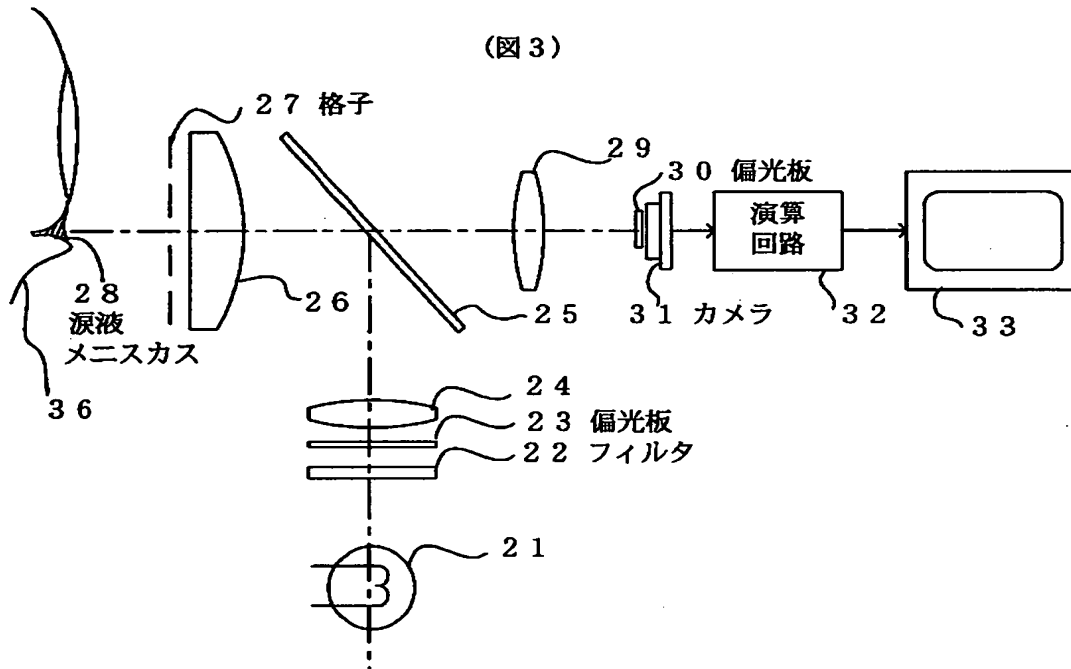
【図 1】



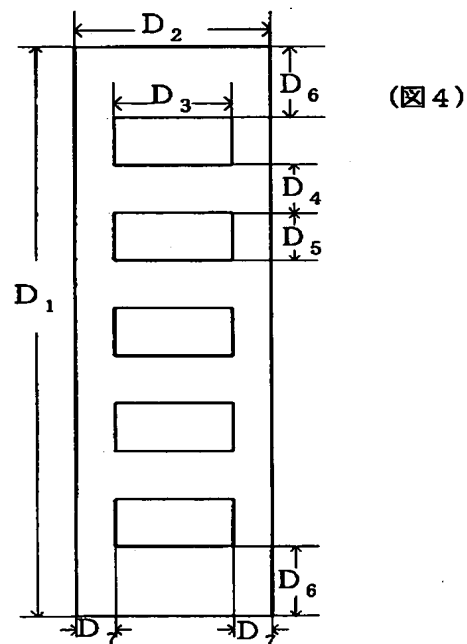
【図2】



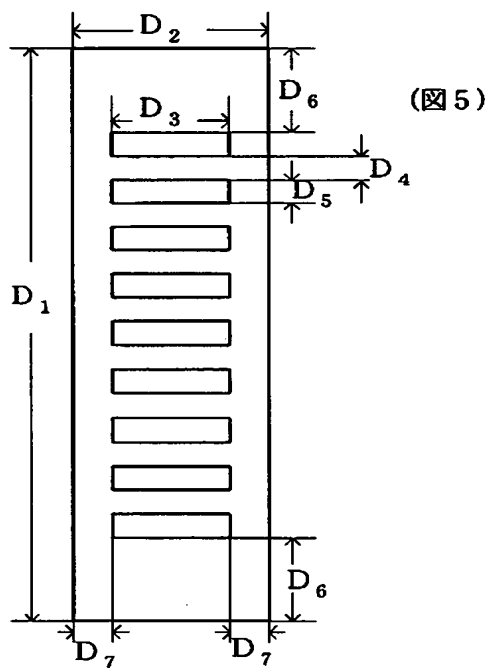
【図 3】



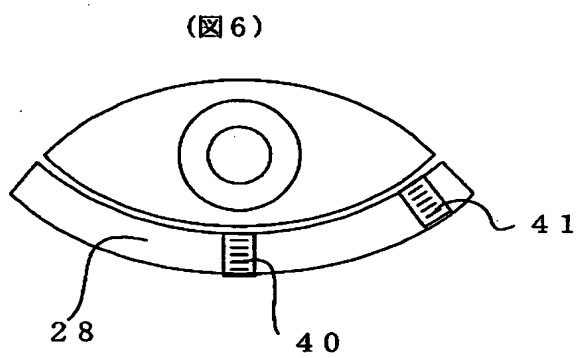
【図 4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 前眼部に溜まる涙液の物理量を定量的に測定しドライアイの症状を診断することが可能な眼科測定装置を提供する。

【解決手段】 所定形状の開口を形成した格子 27 をランプ 21 からの光で照明し、下眼瞼 36 に溜まる涙液メニスカス 28 に投影する。この涙液に投影された開口の像が CCD カメラ 31 で撮像される。格子像が結像される際、涙液メニスカス 28 が凹面鏡の役割をしているので、結像倍率は涙液メニスカスの曲率半径  $r$  によって変化する。従って、カメラ 31 での格子像の大きさを演算回路 32 で求め、涙液メニスカスで形成される格子像の大きさを演算し、涙液メニスカスの曲率半径  $r$  を求める。涙液量  $V$  は  $r$  によって変化する所以、この半径値を涙液量を示す値として用い、ドライアイの診断を行う。

【選択図】 図 3



【書類名】  
【訂正書類】

職権訂正データ  
特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000163006

【住所又は居所】

愛知県名古屋市中区錦3丁目6番29号

【氏名又は名称】

興和株式会社

【特許出願人】

【識別番号】

598037400

【住所又は居所】

京都府京都市北区鞍馬口通室町東入上御霊上江町2  
51-1

【氏名又は名称】

横井 則彦

【代理人】

申請人

【識別番号】

100075292

【住所又は居所】

東京都新宿区市谷本村町2番11号 外濠スカイビ  
ル5階 加藤特許事務所

【氏名又は名称】

加藤 卓

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000163006]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県名古屋市中区錦3丁目6番29号

氏 名 興和株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [598037400]

1. 変更年月日 1998年 3月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市北区鞍馬口通室町東入上御霊上江町251-1

氏 名 横井 則彦